

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252544

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H01L 41/22

H01L 41/09

(21)Application number : 11-049892

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 26.02.1999

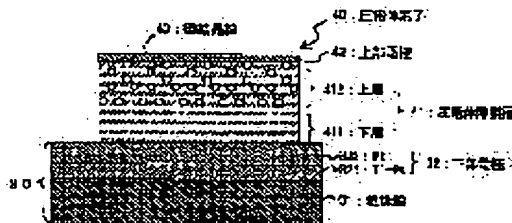
(72)Inventor : SUMI KOJI

(54) PIEZOELECTRIC ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a piezoelectric element which is hard to crack.

SOLUTION: This method, which is a method of manufacturing a piezoelectric element equipped with an electromechanical transducing function, comprises the steps of: forming a titanium layer 321 using a material containing titanium; forming a platinum layer 322 using a material containing platinum; and forming a lower electrode 32 by diffusing titanium while heat-treating the layers 321 and 322. Stresses received by the electrode 32 can be reduced, and hence cracks are hard to occur at the time a piezoelectric thin film is burned.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3498836

[Date of registration]

05.12.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-252544
(P2000-252544A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L 41/22		H 0 1 L 41/22	Z
41/09		41/08	C

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-49892

(22) 出願日 平成11年2月26日 (1999.2.26)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 角 浩二

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100079108

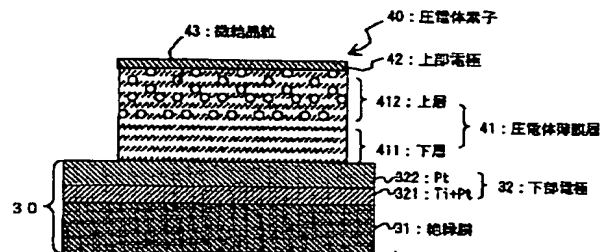
弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

(54) 【発明の名称】 圧電体素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 クラックが生じにくい圧電体素子の製造方法

【解決手段】 電気機械変換機能を備えた圧電体素子の製造方法である。チタンを含んだ材料を使用してチタン層(321)を形成する工程と、チタン層上に白金を含んだ材料を使用して白金層(322)を形成する工程と、チタン層(321)および白金層(322)を熱処理してチタンを拡散させ、下部電極(32)を形成する工程と、を備えている。下部電極におけるストレスが緩和され、圧電体薄膜焼成時にクラックを生じにくくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気機械変換機能を有する圧電体素子において、
添加物として有機物を含むゾルから形成された圧電体薄膜と、

前記圧電体薄膜側に形成される白金成分を多く含む上層およびチタンと白金との合金からなる下層を有する下部電極と、を備えていることを特徴とする圧電体素子。

【請求項2】 前記圧電体薄膜は、
<100>配向の結晶を他配向の結晶に比べて多く含み、かつ、2層に分離しており、分離した層のうち前記下部電極側の層には微結晶粒が含まれず、他方の層には微結晶を含んで構成されている請求項1に記載の圧電体素子。

【請求項3】 前記圧電体薄膜の結晶粒は、0.1 μm 以上乃至0.5 μm 以下の平均粒径を備えている請求項2に記載の圧電体素子。

【請求項4】 前記圧電体薄膜の微結晶粒は、0.005 μm 以上乃至0.05 μm 以下の粒径であって、微結晶粒の内外における組成は同一である請求項3に記載の圧電体素子。

【請求項5】 電気機械変換機能を有する圧電体素子において、
添加物として有機物を含まないゾルから形成された圧電体薄膜と、

前記圧電体薄膜側に形成される白金成分を多く含む上層およびチタンと白金との合金からなる下層を有する下部電極と、を備えていることを特徴とする圧電体素子。

【請求項6】 前記圧電体薄膜は、
<100>配向の結晶を他配向の結晶に比べて多く含み、かつ、0.05 μm より小さい粒径の微結晶粒を含まない単層から構成されている請求項5に記載の圧電体素子。

【請求項7】 前記圧電体薄膜の結晶粒は、0.5 μm 以上乃至5 μm 以下の平均粒径を備えている請求項6に記載の圧電体素子。

【請求項8】 前記下部電極は、
前記下層の厚みに対する前記上層の厚みの比が、0.1以上かつ1以下で構成されている請求項1または請求項5のいずれかに記載の圧電体素子。

【請求項9】 請求項1乃至請求項8のいずれか一項に記載の圧電体素子を圧電アクチュエータとして備えたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項10】 請求項9に記載のインクジェット式記録ヘッドを印字手段として備えたことを特徴とするプリンタ。

【請求項11】 電気機械変換機能を備えた圧電体素子の製造方法であって、
チタンを含んだ材料を使用してチタン層を形成する工程と、

前記チタン層上に白金を含んだ材料を使用して白金層を形成する工程と、

前記チタン層および白金層を熱処理してチタンを拡散させ、前記下部電極を形成する工程と、を備えていることを特徴とする圧電体素子の製造方法。

【請求項12】 請求項11に記載の圧電体素子の製造方法であって、

添加物として有機化合物を含まないゾルを焼結して下層側圧電体薄膜層を形成する工程と、

添加物として有機物を含むゾルを焼結して上層側圧電体薄膜層を形成する工程と、を備えたことを特徴とする圧電体素子の製造方法。

【請求項13】 前記添加物として有機化合物を鉛1モルに対して0.2乃至0.5モルの割合で配合したゾルを使用する請求項12に記載の圧電体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェット式記録ヘッド等に用いられる圧電体素子に係り、特に、特定配向の圧電体薄膜を製造工程でクラックなどを生ずることなく容易に製造する圧電体素子の製造方法およびその製造物に関する。

【0002】

【従来の技術】圧電体素子は、下部電極と上部電極との間に、チタン酸ジルコニウム酸鉛（以下「PZT」という）等を熱処理によって結晶化した圧電体薄膜を備えている。ゾルゲル法といわれる圧電体素子の製造方法は、金属アルコキシド等の溶液からなるゾルを下部電極上に塗布し、これを乾燥・脱脂した後、熱処理をして結晶化させるものである。圧電体薄膜の結晶は、幾つかの配向性を持つ。

【0003】従来、この結晶の配向性が圧電体素子の特性に影響を与えることから、製法と配向性との関係について様々な研究がされてきている。例えば、T. Tani氏等による論文（Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 310(1993)269）には、電極の組成によって、圧電体薄膜が<100>配向に結晶したり<111>配向に結晶したり変化する旨が記載されている。また、下部電極にチタンを使用して結晶を<111>配向に制御する方法がC. Kim氏らによる論文（Jpn. J. Appl. Phys., 33(1994)2675）に記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実際に工業品として圧電体薄膜を製造する場合に、有機物を取り除く脱脂工程において圧電体前駆体薄膜にクラックが生じて歩留まりが悪くなるおそれがあった。また特異な圧電特性を得るためには、薄膜を構成する結晶粒の粒径が小さい方が好ましい場合もあるが、従来の製造方法では結晶粒の粒径を制御することができなかった。上記文献においても粒径の制御方法については明らかにされて

いなかった。

【0005】上記問題点を鑑み本願発明は、脱脂工程においてクラックを生ずることがなく、かつ、結晶粒の粒径制御が容易な圧電体素子の製造方法およびその製造物を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の圧電体素子は、添加物として有機物を含むゾルから形成された圧電体薄膜と、前記圧電体薄膜側に形成される白金成分を多く含む上層およびチタンと白金との合金からなる下層を有する下部電極と、を備えていることを特徴とする。

【0007】一例として、この圧電体薄膜は、 $\langle 100 \rangle$ 配向の結晶を他配向の結晶に比べて多く含み、かつ、2層に分離しており、分離した層のうち前記下部電極側の層には微結晶粒が含まれず、他方の層には微結晶を含んで構成されている。具体的に、圧電体薄膜の結晶粒は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上乃至 $0.5\mu\text{m}$ 以下の平均粒径を備えている。圧電体薄膜の微結晶粒は、 $0.005\mu\text{m}$ 以上乃至 $0.05\mu\text{m}$ 以下の粒径であって、微結晶粒の内外における組成は同一である圧電体素子である。

【0008】本発明の圧電体素子は、添加物として有機物を含まないゾルから形成された圧電体薄膜と、前記圧電体薄膜側に形成される白金成分を多く含む上層およびチタンと白金との合金からなる下層を有する下部電極と、を備えていることを特徴とする。

【0009】例えば、圧電体薄膜は、 $\langle 100 \rangle$ 配向の結晶を他配向の結晶に比べて多く含み、かつ、 $0.05\mu\text{m}$ より小さい粒径の微結晶粒を含まない単層から構成されている。この圧電体薄膜の結晶粒は、 $0.5\mu\text{m}$ 以上乃至 $5\mu\text{m}$ 以下の平均粒径を備えている。

【0010】本発明における下部電極は、前記下層の厚みに対する前記上層の厚みの比が、 0.1 以上かつ 1 以下で構成されている。

【0011】本発明は、上記のような圧電体素子を圧電アクチュエータとして備えたことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドや、このインクジェット式記録ヘッドを印字手段として備えたことを特徴とするプリンタである。

【0012】本発明の圧電体素子の製造方法は、チタンを含んだ材料を使用してチタン層を形成する工程と、チタン層上に白金を含んだ材料を使用して白金層を形成する工程と、チタン層および白金層を熱処理してチタンを拡散させ、前記下部電極を形成する工程と、を備えていることを特徴とする。

【0013】さらに添加物として有機化合物を含まないゾルを焼結して下層側圧電体薄膜層を形成する工程と、添加物として有機物を含むゾルを焼結して上層側圧電体薄膜層を形成する工程と、を備えていてもよい。

【0014】例えば、添加物として有機化合物を鉛1モルに対して 0.2 乃至 0.5 モルの割合で配合したゾル

を使用することは好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【0016】(実施形態1)本実施形態は、 $\langle 100 \rangle$ 配向の圧電体薄膜の好適な製造方法およびその製造方法で製造された圧電体素子、その圧電体素子を備えたインクジェット式記録ヘッドおよびプリンタに関する。

【0017】図1は、実施形態1におけるインクジェット式記録ヘッドの圧電体素子部分の拡大断面図である。本実施形態の圧電体素子40は、図1に示すように、下部電極32と上部電極42との間に圧電体薄膜層41を挟持して構成されている。図では、下部電極32をインクジェット式記録ヘッドの振動板30全体に共通電極として形成してあるが、圧電体素子40の領域のみに下部電極を形成してもよい。

【0018】下部電極32は、圧電体薄膜層41に電圧を印加するための上部電極42と対になる電極であり、特に下層321と上層322の二層で構成されている点に特徴がある。下層321は、チタンと白金との合金であり、白金の結晶構造の粒界にチタン粒子が入り込んだような形で形成されている。上層322は、純粋な白金の結晶構造で構成されている。チタンが若干拡散していたとしてもほぼ白金で構成されていることを要する。白金結晶からなる層は表面の平滑性が高いため、圧電体薄膜を $\langle 100 \rangle$ 配向で結晶化させるような配向性能を備えている。下層321に対する上層322の厚みは、 10 以上に設定しておくのが好ましい。また上層下層ともに白金結晶は、結晶粒径が 50nm 乃至 100nm の範囲に設定されていることが好ましい。

【0019】圧電体薄膜層41は、下層411および上層412の二層構造から構成されている。

【0020】下層411は、有機化合物を含まないゾルから焼結された層であり、柱状結晶の中に微結晶粒を含まない。上層412は、有機化合物を適用含んだゾルから焼結された層であり、柱状結晶の中に一定密度の微結晶粒43を備えている。

【0021】図2に示すように、有機化合物を含んだゾルを使用する程、焼結後の微結晶粒の粒径が大きくなる傾向にあるからである。微結晶粒43の平均粒径は、 $0.005\mu\text{m}$ 〜 $0.05\mu\text{m}$ の範囲である。

【0022】下層411の厚みは、 $0.05\mu\text{m}$ 乃至 $0.3\mu\text{m}$ の範囲にする。この範囲より薄いと $\langle 100 \rangle$ 配向が得られなくなるという問題がある。この範囲より厚いと粒径の大きな下層の影響が強くなって小粒径制御をした効果が小さくなるという問題が生ずる。

【0023】上層412の厚みは、 $0.5\mu\text{m}$ 乃至 $3\mu\text{m}$ の範囲にする。この範囲より薄いと同じく小粒径制御にした効果が小さくなるからであり、この範囲より厚いとクラックが発生する可能性が高くなるという問題が生

ずる。

【0024】これら圧電体薄膜層は、金属アルコキシド等の溶液のゾルから形成した圧電性セラミックスの結晶であり、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)等の強誘電性圧電性材料や、これにニオブ、ニッケル又はマグネシウム等の金属を添加したもの等が用いられる。その組成は圧電体素子の特性、用途等を考慮して適宜選択する。具体的には、チタン酸鉛(PbTiO_3)、チタン酸ジルコン酸鉛($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$)、ジルコニウム酸鉛(PbZrO_3)、チタン酸鉛ランタン($(\text{Pb}, \text{La})\text{TiO}_3$)、ジルコン酸チタン酸鉛ランタン($(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$)又は、マグネシウムニオブ酸ジルコニウムチタン酸鉛($\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3$)等を用いることができる。

【0025】特に圧電体薄膜層41は、結晶構造において全配向に対する<100>配向の存在比が0.5以上、すなわちペロブスカイト型結晶の<100>面のX線回折強度を I_{100} 、<110>面のそれを I_{110} 、<111>面のそれを I_{111} とする場合に、 $I_{100}/(I_{100}+I_{110}+I_{111}) \geq 0.5$ を満たすように設定されている。下部電極が強い<100>配向性能を有するため、必然的に圧電体薄膜層の配向も<100>配向が優勢になるからである。

【0026】なお上部電極膜42は、圧電体薄膜層に電圧を印加するための他方の電極となり、導電性を有する材料、例えば膜厚0.1 μm の白金(Pt)で構成されている。絶縁膜31は振動板30の主たる材料となるものである。絶縁膜31は、導電性のない材料、例えばシリコン基板を熱酸化等して形成された二酸化珪素により構成される。

【0027】次に上記圧電体素子40を備えたインクジェット式記録ヘッドの構造を説明する。本インクジェット式記録ヘッド1は、図4に示すように、ノズル板10、圧力室基板20、振動板30および圧電体素子40を備えている。圧力室基板20は、キャビティ(圧力室)21、側壁(隔壁)22、リザーバ23および供給口24を備えている。キャビティ21は、シリコン等の基板をエッチングすることにより形成される、インクなどを吐出するための貯める空間となっている。側壁22はキャビティ21間を仕切るよう形成されている。リザーバ23は、各キャビティ21にインクを共通して充たすための流路として形成されている。供給口24は、リザーバ23から各キャビティ21にインクを導入可能に形成されている。

【0028】ノズル板10は、圧力室基板20に設けられたキャビティ21の各々に対応する位置にそのノズル穴11が配置されるよう、圧力室基板20に貼り合わせられている。圧力室基板20のノズル板10の反対側には、図1に示した圧電体素子40が形成された振動板3

0が貼り合わせられている。各圧電体素子40はキャビティ21に対応する位置に配置されている。

【0029】さらに上記インクジェット式記録ヘッドが使用されるプリンタの構造を説明する。本形態のプリンタは、図5に示すように、本体2に、トレイ3および排出口4が設けられている。本体2の内部には、上記インクジェット式記録ヘッド1が図示しない搬送機構により、トレイ3から供給される用紙5を横切って搬送可能に設けられている。当該インクジェット式記録ヘッド1には、コンピュータ等から送信される制御信号に対応した印字信号が各圧電体素子40に供給されている。

【0030】上記プリンタとインクジェット式記録ヘッドの構成における印字原理を説明する。コンピュータから制御信号が送信されると、それに対応する印字信号がいずれかのキャビティ21に対応した圧電体素子40の下部電極32-上部電極42間に供給される。

【0031】圧電体素子40の下部電極32と上部電極42との間に電圧が印加されていない場合、圧電体薄膜層41は歪みを生じない。この電圧が印加されていない圧電体素子40が設けられているキャビティ21には、圧力変化が生じず、そのノズル穴11からインク滴は吐出されない。

【0032】一方、圧電体素子40の下部電極32と上部電極42との間に一定電圧が印加された場合、圧電体薄膜層41は歪みを生じる。この電圧が印加された圧電体素子40が設けられているキャビティ21ではその振動板30が大きくたわむ。このためキャビティ21内の圧力が瞬間的に高まり、ノズル穴11からインク滴が吐出される。この結果、用紙5上に制御信号に対応して印字されることになる。

【0033】次に本発明の圧電体素子の製造方法を説明する。この製造方法はいわゆるゾルゲル法を使用したものである。

【0034】最初に、圧電体薄膜層の出発原料であるゾルを作成する。プトキシエタノール、メトキシエタノール、イソプロパノールのいずれかを基本溶媒とする。溶質は、圧電体薄膜41の組成(例えば $\text{PbZr}_{0.55}\text{Ti}_{0.45}\text{O}_3$)を構成するための各元素を化学量論比通り含むものを使用する。例えば、溶媒に可溶性のあるチタニウムテトライソプロポキシド($\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$)、ジルコニウムプロポキシド($\text{Zr}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$)および酢酸鉛三水和物($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)を加えて攪拌しこれらを溶解させる。圧電体薄膜41のうち下層411を形成するためのゾルは、添加物を加える事無くこのまま使用する。上層412を形成するためのゾルは、添加物として、下層用ゾルに有機化合物、例えばポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコールまたはジエチレングリコールのうちいずれか一種類を添加する。添加量は、鉛元素1モルに対して有機化合物が0.20~0.50モル混合されるようにする。この

範囲より少ないと微結晶が出現しなくなり、この範囲より多いと主体である柱状結晶の結晶構造を乱す結果となるからである。

【0035】ゾルの製造と並行して、圧力室基板20に絶縁膜31を形成する。シリコン基板20としては、例えば200 μ m程度のものを用いる。絶縁膜31は、1 μ m程度の厚みに形成する。絶縁膜の製造には公知の熱酸化法等を用いる。

【0036】次いで、下部電極を形成する。最初に下部電極の前身として、チタン層を形成し、チタン層の上に白金層を形成する。両者の厚みの比率は、1:10以上になるように設定する。例えばチタン層を0.01 μ m、白金層を0.1 μ m形成する。形成方法は直流スパッタ法、蒸着法等を用いる。次いでチタン層と白金層とを熱処理する。熱処理は、例えば800℃で30分間程度拡散炉を利用して熱を加える。この熱処理によりチタンが拡散し、下層321がチタンと白金の合金構造となり、上層322が白金を基本として形成される。この熱処理により形成される白金とチタンとの合金層の熱膨張係数は、白金層とチタン層とが分離している元の状態の合計熱膨張係数と異なる。この結果として熱処理時と室温処理時における圧電体薄膜層にかかる応力の差が小さくなると考えられる。このため圧電体薄膜焼結時のクラック発生を防止できる。

【0037】次いで上記下層用ゾルを用いて下部電極32上に圧電体薄膜の下層411を形成する。まず下層用ゾルを下部電極上に一定の厚みに塗布する。例えば公知のスピンコート法を用いる。ゾルの塗布後、一定温度（例えば250℃）で一定時間（例えば10分程度）乾燥させる。乾燥により溶媒が蒸発する。乾燥後、さらに酸素雰囲気下において拡散炉などを用いて所定の温度（例えば700度）で一定時間（例えば10分間）焼成する。この焼成により金属に配位している有機の配位子が熱分解され、金属が酸化されて金属酸化物となり、結晶化まで反応が進行する。このとき下部電極32には熱膨張が生じ難くなっているため、その塗布された前駆体膜にクラックを生じない。この塗布→乾燥→脱脂→結晶化の各工程を所定回数、例えば4回繰り返して4層の薄

膜を積層する。

【0038】次いで、上層412を上層用ゾルを用いて上記下層と同様の手順で形成する。上層412を焼結する場合、前駆体膜中には一定量の有機化合物が脱脂されずに含まれているので、その影響で上層412の結晶構造中に多数の微結晶粒43が散在することになる。下層411は、アモルファス状態の前駆体膜からペロブスカイト結晶構造が形成されるとき、下部電極32の白金層322が<100>配向性能を備えており、その結晶粒径が適正であり、前駆体の結晶条件が<100>配向を生じさせ易いように調整されているので、<100>配向が優勢な圧電体薄膜層41が形成される。上層412は、下層411に倣って結晶成長させる。その配向は下層411と同様になるが、下層411より小さい結晶粒径を有する微結晶粒が出現する。

【0039】圧電体薄膜層41が結晶化されたら、その上に電子ビーム蒸着法、スパッタ法等の技術を用いて、上部電極42を形成する。上部電極の材料は、白金（Pt）等を用いる。厚みは100nm程度にする。

【0040】以上の工程で圧電体素子の原形が完成する。この圧電体素子を適用箇所に適した形状にエッチングすることで、本発明の圧電体素子として動作させることが可能である。圧力室基板20をさらにエッチングしてノズル板10と貼り合わせ、所定の筐体に収めれば、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドを製造することが可能である。

【0041】（実施例）上記実施形態により<100>配向が優勢な圧電体素子を製造した。そのX線回折特性（2 θ ）を図3に示す。図3に示すように結晶の配向として、<100>配向が非常に多くっており、全配向に対する<100>配向の存在比が0.5以上になっている。

【0042】表1に、下部電極に熱処理を加えずに製造した従来の圧電体素子を比較例として、下部電極に熱処理を加え二層構造にした実施例との関係を示す。

【0043】

【表1】

試料	膜厚 [μ m]	結晶配向存在比(%)			クラック発生	圧電特性 [pC/N]
		<100>	<110>	<111>		
実施例	1.8	85.4	5.4	9.2	否	180
比較例	1.0	80.7	0	19.3	有	130

【0044】表1から判るように、下部電極を熱処理せずに従来通りに作成した比較例の圧電体素子と本発明の実施例とでは、クラック発生に顕著な差がでた。また実施例の圧電体素子は、二層構造の圧電体薄膜を備えるため、圧電特性も優れていることも確認できる。

【0045】（実施形態2）本実施形態は、圧電体薄膜を単層で作成する圧電体素子に関する。図6は、実施形態2におけるインクジェット式記録ヘッドの圧電体素子

部分の拡大断面図である。

【0046】本実施形態の圧電体素子40bは、図6に示すように、圧電体薄膜層41が単層である点で二層構造を備えた上記実施形態1と異なる。その他の層の組成については、上記実施形態1と同様なので説明を省略する。下部電極32をインクジェット式記録ヘッドの振動板30全体に共通電極として形成してあるが、圧電体素子40bの領域のみに下部電極を形成してもよい点は、

実施形態1と同様である。

【0047】本実施形態の圧電体薄膜41は、上記実施形態1における下層と同様のゾルから同様の製造方法で形成される。ゾルの製造方法と結晶化工程も実施形態1と同様である。有機化合物を添加していないゾルから形成されるため、薄膜中に微結晶粒が存在しない。

【0048】(実施例)表2に、下部電極に熱処理を加えずに製造した従来の圧電体素子を比較例として、下部電極に熱処理を加え単層構造にした実施例との関係を示す。

【0049】

【表2】

試料	膜厚 [μm]	結晶配向存在比 (%)			クラック発生
		<100>	<110>	<111>	
実施例	1.2	82.5	5.2	12.3	否
比較例	0.8	80.5	12.5	7.0	有

【0050】表2から判るように、下部電極を熱処理せずに従来通りに作成した比較例の圧電体素子と本発明の実施例とは、クラック発生に顕著な差がでた。

【0051】(その他の変形例)本発明は、上記各実施形態によらず種々に変形して適応することが可能である。例えば、上記実施形態ではゾルゲル法を用いて圧電体薄膜層を結晶化させていたが、MOD法や共沈法、水熱法によって有機金属の前駆体から圧電体薄膜層を結晶化させるものでもよい。

【0052】また本発明で製造した圧電体素子は、上記インクジェット式記録ヘッドの圧電体素子のみならず、不揮発性半導体記憶装置、薄膜コンデンサ、パイロ電気検出器、センサ、表面弾性波光学導波管、光学記憶装置、空間光変調器、ダイオードレーザ用周波数二倍器等のような強誘電体装置、誘電体装置、パイロ電気装置、圧電装置、および電気光学装置の製造に適応することができる。

【0053】

【発明の効果】本願発明によれば、下部電極を熱処理してから圧電体薄膜を成膜するので、圧電体薄膜の結晶過程の一つである脱脂工程において、基板から圧電体薄膜に及ぼされる応力が緩和され、クラックフリーの圧電体薄膜およびその製造方法を提供することができる。

【0054】また本願発明によれば、下部電極は熱処理した電極と白金のみの層とから構成したので、圧電体薄膜を<100>面に配向させることができる。さらに添加剤として有機物を含むゾルを採用したので、圧電体薄膜の結晶粒径を制御することも可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の圧電体素子の積層構造を説明する断面図である。

【図2】ゾル中の有機化合物添加量に対する圧電体薄膜中の微結晶粒の粒径の関係を示す図である。

【図3】実施形態1の実施例におけるX線回折特性図(2θ)である。

【図4】実施形態のインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

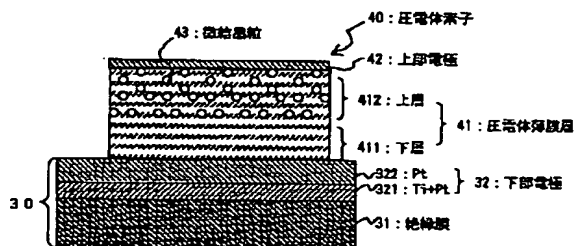
【図5】実施形態のプリンタの斜視図である。

【図6】実施形態2の圧電体素子の積層構造を説明する断面図である。

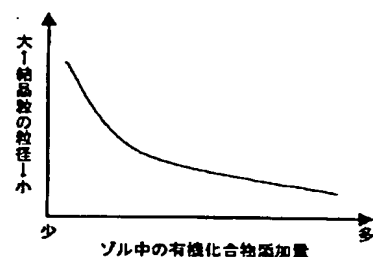
【符号の説明】

- 10…ノズル板
- 20…圧力室基板
- 30…振動板
- 31…絶縁膜
- 32…下部電極
- 321…下層(チタンと白金との合金)、322…上層(白金)
- 40、40b…圧電体素子
- 41…圧電体薄膜層
- 411…下層(有機化合物無し)、412…上層(有機化合物あり)

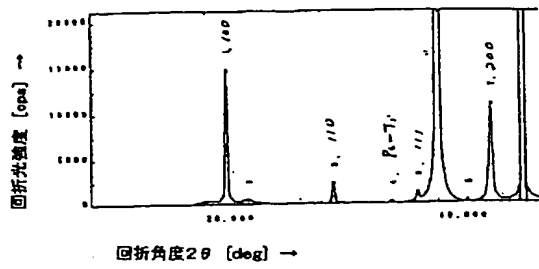
【図1】



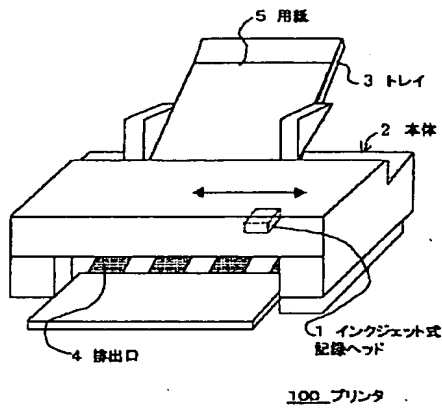
【図2】



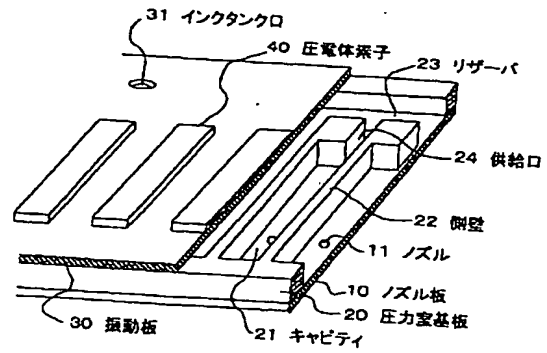
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

